

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-128840
 (43)Date of publication of application : 19.05.1995

(51)Int.Cl. G03F 1/08
 H01L 21/027

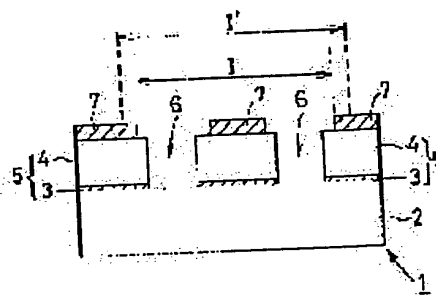
(21)Application number : 05-274616 (71)Applicant : HOYA CORP
 (22)Date of filing : 02.11.1993 (72)Inventor : OKUBO YASUSHI

(54) HALFTONE TYPE PHASE SHIFT MASK AND HALFTONE TYPE PHASE SHIFT MASK BLANK

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the leakage of exposing light by disposing light shielding layers in light translucent parts which do not substantially contribute to an offsetting effect near the boundaries between light transmissive parts and the light translucent parts.

CONSTITUTION: This halftone type phase shift mask 1 is constituted by removing a part of a film formed over the entire surface of a transparent substrate 2 to form the light transmissive parts 6, thereby forming the patterned light translucent layers 5 and forming the light shielding layers 7 in the main parts exclusive of the parts near the boundaries of the light translucent layers 5 with the light transmissive parts 6. Regions I' are transfer regions and the regions exclusive thereof are non-transfer regions. Further, the regions I' are the light transmission regions of the apertures of a stepper in the case of using the halftone type phase shift mask 1 as the reticule of the stepper. The light shielding layers 7 are formed also in the non-transfer regions exclusive of the transfer regions I' in such a case. Then, the exposing light is shut off by the light shielding layers 7 and the transmission thereof is prohibited even if the exposing light projects to the non-transfer regions and these regions are irradiated with this light.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.11.2000
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number] 3445329
 [Date of registration] 27.06.2003
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-128840

(43) 公開日 平成7年(1995)5月19日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08	A			
H 0 1 L 21/027		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	5 0 2 P
		7352-4M		5 2 8

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平5-274616

(22) 出願日 平成5年(1993)11月2日

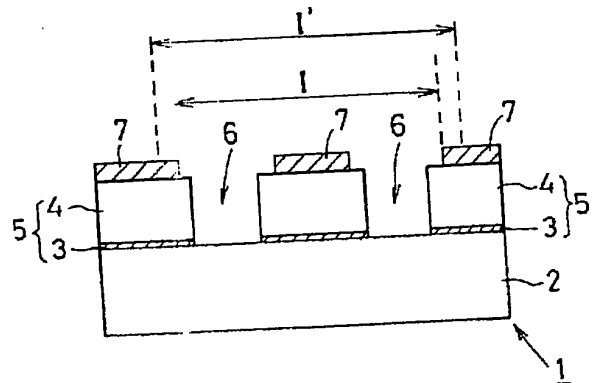
(71) 出願人 000113263
ホーヤ株式会社
東京都新宿区中落合2丁目7番5号
(72) 発明者 大久保 靖
東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホー
ヤ株式会社内
(74) 代理人 弁理士 阿仁屋 節雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 ハーフトーン型位相シフトマスク及びハーフトーン型位相シフトマスクブランク

(57) 【要約】

【目的】 比較的簡単な構成によって、ハーフトーン型位相シフトマスク本来の利点を生かしつつその欠点である露光光の洩れをほぼ完全に防止することができるハーフトーン型位相シフトマスク及びその素材たるハーフトーン型位相シフトマスクブランクを提供する。

【構成】 マスクパターン転写領域 I 内であって、半透光層 5 と透光部 6 との境界近傍における光の相殺作用に実質的に寄与しない半透光層 5 の上又は下、並びに、非転写領域の半透光層 5 の上又は下に所定以上の幅を有する遮光層 7 を設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 微細パターン転写用のマスクであって、透明基板上の転写領域に形成するマスクパターンを、実質的に露光に寄与する強度の光を透過させる透光部と実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させる半透光部とを有し、この半透光部を通過する光の位相をシフトさせて該半透光部を通過した光の位相と前記透光部を通過した光の位相とを異ならしめることにより、前記透光部と半透光部との境界近傍を通過した光の相殺作用を利用して境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたハーフトーン型位相シフトマスクにおいて、

少なくとも前記マスクパターン転写領域内であって、前記透光部と半透光部との境界近傍における光の相殺作用に実質的に寄与しない半透光部の上又は下に遮光層を備えたことを特徴とするハーフトーン型位相シフトマスク。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のハーフトーン型位相シフトマスクにおいて、前記マスクパターン転写領域と非転写領域との境界に隣接する非転写領域を半透光部とし、かつ、この非転写領域の半透光部に所定以上の幅を有する遮光層を設けたことを特徴とするハーフトーン型位相シフトマスク。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載のハーフトーン型位相シフトマスクを製造する際にその素材として用いるハーフトーン型位相シフトマスクブランクであって、透明基板の上に半透光部を構成する半透光膜を有し、この半透光膜の上又は下に遮光層を構成する遮光膜を有することを特徴としたハーフトーン型位相シフトマスクブランク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、マスクを通過する露光光間に位相差を与えることにより、転写パターンの解像度を向上できるようにした位相シフトマスクであって、遮光部を実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させると同時に透過光の位相をずらす半透光膜で構成し、この遮光部と透光部との境界近傍を通過した光が互いに打ち消しあうようにして境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたいわゆるハーフトーン型位相シフトマスク及びその素材たるハーフトーン型位相シフトマスクブランクに関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体 LSI 製造等においては、微細パターン転写マスクたるフォトマスクの一つとして位相シフトマスクが用いられる。この位相シフトマスクは、マスクを通過する露光光間に位相差を与えることにより、転写パターンの解像度を向上できるようにしたものである。この位相シフトマスクの一つに、特に、単一のホール、ドットまたはライン、スペース等の孤立したパターン転写に適したものとして、特開平 4-136854 号

公報に記載の位相シフトマスクが知られている。

【0003】 図 23 は特開平 4-136854 号公報に記載の位相シフトマスクの断面図である。図 23 に示されるように、この公報記載の位相シフトマスク 30 は、透明基板 31 上に実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させると同時に通過する光の位相をシフトさせる半透光膜 32 を形成し、次いで、該透明基板 31 の中央部の転写領域 I に、前記半透光膜 32 の一部を選択的に除去することにより、実質的に露光に寄与する強度の光を透過させる透光部 33 と実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させる半透光部 34 とで構成するマスクパターンを形成したものである。そして、この位相シフトマスク 30 は、半透光部 34 を通過する光の位相をシフトさせて該半透光部 34 を通過した光の位相が上記透光部 33 を通過した光の位相に対して実質的に反転する関係になるようにすることにより、前記透光部 33 と半透光部 34 との境界近傍を通過して回折により回り込んだ光が互いに打ち消しあうようにして境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたものである。図 24 は透光部 33 と半透光部 34 との境界部近傍を通過した光の振幅分布や強度分布を示したものである。このタイプの位相シフトマスクは、いわゆるハーフトーン型位相シフトマスクと称されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述のように、ハーフトーン型位相シフトマスクは、要するに、半透光部によって位相シフト機能と遮光機能とを兼ねさせたものである。すなわち、この半透光部を、パターンの境界部においては位相シフト層として機能させ、それ以外の部分では遮光層として機能させている。したがって、本来は完全に露光光を遮断するのが理想的である部分にもわずかな漏れ光が到達している。通常は、この漏れ光があっても実質的な露光とまで至らないように、全体の露光量を調整する。

【0005】 ところで、例えば、被転写体に形成された露光対象たるレジストの膜厚が場所によって大巾に異なっている場合のように、被転写体の場所によって必要な露光量が場所によって異なる場合には、どうしても全体の露光量を被転写体の各場所で必要とする露光量のうちの最大の露光量をカバーできる値に設定しなければならない。そうしないと、全体の露光ができないからである。

【0006】 ところが、そうすると、例えば、大きい露光量を必要とした膜厚の厚い部分では、半透光部からの漏れ光による影響は小さいが、膜厚の薄い部分では、漏れ光による露光によって現像後のレジストの膜減りが許容範囲を越えてしまう場合も生ずることが判明した。図 25 ないし図 27 はこの事情の説明図である。

【0007】 図 25 は露光対象たるレジストの膜厚が場所によって異なる被転写体の例を示す図、図 26 は図 2

5の被転写体に露光を施す様子を示す図、図27は図26で示された露光をして現像した後の被転写体を示す図である。

【0008】図25に示される被転写体は、基板100上に、0.5 μ m程度の段差を有する導電膜101が設けられ、この上にパターン形成のためのポジ型レジスト膜102がスピンコート法で形成されたものである。この被転写体は、レジスト102にパターン露光して現像し、レジストパターンを形成した後、このレジストパターンをマスクにしてエッチングを施すことにより導電膜101に配線用パターンを形成するものである。

【0009】図26に示されるように、上記レジスト膜102の露光を、ハーフトーン型位相シフトマスク30によって行う場合を考える。この場合、導電膜101の膜厚が薄い部分である領域Bにおけるレジスト102の膜厚の方が、導電膜101の膜厚の厚い部分である領域Aにおけるレジスト102の膜厚よりも厚い。このため、露光量の値は、この領域Bを露光できる大きい値に設定される。

【0010】そうすると、図27に示されるように、レジスト101を現像すると、半透光部34からの漏れ光に応じてレジストパターン102aの膜減りが生ずる。この膜減量は、レジスト膜102の膜厚がもともと十分に厚い領域Bの場所ではエッチング時に問題となるような量ではない。しかしながら、レジスト膜102の膜厚がもともと薄い領域Aの場所では膜厚がさらに薄くなってしまい、エッチング時にマスクとしての機能を十分に果たし得なくなる場合がある。このため、露光量の設定が困難となり、場合によっては、最適露光量が得られない場合も生じ得る。この事情は、半透光部の透過率が高い（例えば、10～15%）場合には、露光光のエネルギーの洩れ量が大きくなるため、特に深刻な問題となる。

【0011】また、このハーフトーン型位相シフトマスクは、通常、半導体製造に用いられる露光装置である縮小投影露光装置（ステッパー）のマスク（レティクル）として用いられる。このステッパーは、レティクルを露光光で投影して得られる投影像を投影レンズで縮小し、被転写体である半導体ウエハ上に結像させて縮小投影露光を行うものである。この縮小投影露光は、通常、1枚の半導体ウエハ上の異なる位置に同一のレティクルのパターンを繰り返し転写して露光し、1枚のウエハから多数の半導体チップを得るものである。このため、このステッパーを用いてパターン転写を行うときは、図23に示されるように、ステッパーに備えられた被覆部材（アパーチャー）36によって位相シフトマスク30（レティクル）の転写領域Iのみを露出させるように周縁領域を被覆して露光を行う。

【0012】しかしながら、このアパーチャー36は、精度よく（例えば1 μ m以下の精度）転写領域のみを露

出させるように設置することは機械精度的に難しく、多くの場合、露出部が転写領域の外周周辺の非転写領域にはみでてしまう。また、アパーチャーが仮に高精度であってはみだし部がない場合であっても、アパーチャーと被転写体との間に距離があることから露光光が回折して非転写領域に達する。

【0013】このように、アパーチャー36が本来の転写領域よりも広い範囲に露光光を通過させた場合、次の問題のあることがわかった。すなわち、ハーフトーン型位相シフトマスク30は、通常、非転写領域に実質的に露光に寄与しない強度の光を通過させる半透光膜32が形成されている。このため、上述のように、アパーチャー36が本来の転写領域よりも広い範囲に露光光を通過させると、このはみだし部分で実質的に露光に寄与しない強度の光による露光がなされる。勿論、このはみだし部分があっても1回の露光では何等問題は生じない。しかし、このはみだして露光された部分（はみだし露光部）が転写領域に重なったり、あるいは次の露光の際に同様にはみだして露光された部分と重なる場合が生じ、この重複露光によって、1回の露光では実質的に露光に寄与しない露光量であっても、それらが加算されて露光に寄与する量に達する場合がある。したがって、これにより、本来は露光されるべきでない領域に結果的に露光が施されたと同様のことがおこり、欠陥が発生する。以下、この点を具体的に説明する。

【0014】図28ははみだし露光部が重なる現象を示す説明図である。図9は説明を簡単にするために露光対象たるレジストを塗布したウエハ上に隣接して4個の転写を行った場合を想定したものであって、実線で囲まれる領域E11、E12、E13、E14が転写領域であり、それぞれの転写領域の外側の点線で囲まれる部分がはみだし部 Δ E11、 Δ E12、 Δ E13、 Δ E14である。上記各転写領域の寸法（縦及び横）はI、実際のアパーチャーの光通過孔の寸法（縦及び横）はI'、はみだし部の寸法（幅）は Δ Iである。尚、転写領域E11、E12、E13、E14の相互位置関係は、ステッパーのX-Yステージ等によって正確にとり合わせになるように設定される。また、図28では説明をわかり易くするために、はみだし部 Δ E11、 Δ E12、 Δ E13、 Δ E14を拡大して示してある。

【0015】図28から明らかなように、はみだし部 Δ E11、 Δ E12、 Δ E13、 Δ E14は、相互に隣接するもの同士で重なり部分が生ずる。これら重なり部分をそれぞれ δ E112、 δ E124、 δ E134、 δ E113、 δ E1234、 δ E1134、 δ E1123、 δ E1124とすると、重なり部分 δ E112、 δ E1124、 δ E134、 δ E113の重なり回数は共に2回であるが、重なり部分 δ E1234、 δ E1134、 δ E1123、 δ E1124は3回となり、さらに、点Oにおいては実質的に4回の重なりとなる。今、半透光膜32の光透過率を15%とすると、

2回重なり部分には光透過率30%の膜を通過した場合と同じ量の露光が、3回重なり部分には光透過率45%の膜を通過した場合と同じ量の露光が、さらに、4回重なり部分には光透過率60%の膜を通過した場合と同じ量の露光がそれぞれ行われることになる。このため、これら重なり部分では、実質的に露光に寄与する強度に達する露光が行われる場合が生ずる。その結果、この露光を行った後、レジストを現像し、所定のエッチング等をしてパターンを形成したウエハには、本来は形成すべきでない部分に不要なパターンが形成されることになり、パターン欠陥が発生してしまうことになる。

【0016】本発明は、上述の背景のもとでなされたものであり、比較的簡単な構成によって、ハーフトーン型位相シフトマスク本来の利点を生かしつつその欠点である露光の洩れをほぼ完全に防止することができるハーフトーン型位相シフトマスク及びその素材たるハーフトーン型位相シフトマスクブランクを提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために本発明にかかるハーフトーン型位相シフトマスクは、(構成1) 微細パターン転写用のマスクであって、透明基板の転写領域に形成するマスクパターンを、実質的に露光に寄与する強度の光を透過させる透光部と実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させる半透光部とを有し、この半透光部を通過する光の位相をシフトさせて該半透光部を通過した光の位相と前記透光部を通過した光の位相とを異ならしめることにより、前記透光部と半透光部との境界近傍を通過した光の相殺作用を利用して境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたハーフトーン型位相シフトマスクにおいて、少なくとも前記マスクパターン転写領域内であって、前記透光部と半透光部との境界近傍における光の相殺作用に実質的に寄与しない半透光部の上又は下に遮光層を備えたことを特徴とする構成とし、この構成1の態様として、(構成2) 構成1のハーフトーン型位相シフトマスクにおいて、前記マスクパターン転写領域と非転写領域との境界に隣接する非転写領域を半透光部とし、かつ、この非転写領域の半透光部に所定以上の幅を有する遮光部を設けたことを特徴とする構成とした。

【0018】また、本発明にかかるハーフトーン型位相シフトマスクブランクは、(構成3) 構成1又は2のハーフトーン型位相シフトマスクを製造する際にその素材として用いるハーフトーン型位相シフトマスクブランクであって、透明基板の上に半透光部を構成する半透光膜を有し、この半透光膜の上又は下に遮光層を構成する遮光膜を有することを特徴とした構成とした。

【0019】

【作用】上述の構成1によれば、少なくともマスクパターン転写領域内であって、透光部と半透光部との境界近

傍における光の相殺作用に実質的に寄与しない半透光部に遮光層を設けることにより、その部分における露光の洩れを抑えることができる。したがって、レジストの膜減りを小さくすることができる。この場合、マスクパターンのパターン精度は、半透光部のパターン精度によって決まり、遮光層のパターン精度、並びに、その厚さ精度はそれ程要求されないから、その設計及び形成は比較的容易である。それゆえ、ハーフトーン型位相シフトマスク本来の利点を生かしつつその欠点である露光の洩れをほぼ完全に防止することができる。しかも、上記構成によれば、透光部を通過した露光の非転写基板上の光強度が従来よりも大きくなり、さらに、半透光部の領域内であって透光部と半透光部との境界近傍でかつ露光の相殺作用に寄与しない領域を通過した露光の非転写基板上の光強度は従来より小さくなることが確認されており、実際上の転写パターンのコントラスト向上効果は著しいものがあることが確認されている。

【0020】また、構成2によれば、前記マスクパターン転写領域と非転写領域との境界に隣接する非転写領域を半透光部とし、かつ、この非転写領域の半透光部に所定以上の幅を有する遮光部を設けたことにより、このハーフトーン型位相シフトマスクをステッパーのレティクルとして用いた場合に、ステッパーのアパーチャーの光通過領域と、レティクルたるハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域との間に多少のずれがあつて、露光が位相シフトマスクの非転写領域における半透光部にはみだして照射されても、このはみだして照射された露光は上記遮光部によって遮断されて透過することができない。これにより、被転写体上における非転写領域に不要な露光が達することを完全に防止でき、上記アパーチャーの光通過領域とハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域との間に多少のずれがあつた場合にも、このずれに基づく露光の欠陥が生ずることを防止できる。

【0021】さらに、構成3によれば、構成1又は2のハーフトーン型位相シフトマスクを容易に製造することができるハーフトーン型位相シフトマスクブランクが得られる。

【0022】

【実施例】

(実施例1) 図1は本発明の実施例1にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの構成を示す図であって図2のI-I線断面の端面図、図2は実施例1にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの平面図、図3ないし図11は実施例1にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。以下、これらの図面を参照しながら実施例1を説明する。なお、ハーフトーン型位相シフトマスクブランクは、ハーフトーン型位相シフトマスクを製造する際の素材であり、少なくとも透明基板の上に半透光部を構成する半透光膜を有し、この半透光膜の上又は下に遮光層を構成する遮光膜を有するものを

広くさすので、その構成は、ハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程の説明の項で明らかになるので、その説明は省略する。

【0023】図1及び図2において、符号1はハーフトーン型位相シフトマスク、符号2は透明基板、符号3は低透過率層、符号4は高透過率層、符号5は半透光層、符号6は透光部、符号7は遮光層である。

【0024】ハーフトーン型位相シフトマスク1は、透明基板2の全面に形成された膜の一部を除去して透光部6を形成することによってパターン化された半透光層5を形成し、この半透光層5の上における透光部6との境界部近傍を除く主要部分に遮光層7を形成したものである。

【0025】半透光層5は、主として光透過特性を左右する低透過率層3の上に、主として位相シフト特性を左右する高透過率層4を重ねることによって構成したものである。

【0026】透光部6は、実質的に露光に寄与する強度の光を透過させる部分である。また、半透光層5は、実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させる部分であると同時に、この半透光層5を通過する光の位相をシフトさせて該半透光層5を通過した光の位相と透光部6を通過した光の位相とを異ならしめることにより、透光部6と半透光層5との境界近傍を通過した光の相殺作用を利用して境界部のコントラストを良好に保持できるようにしたものである。

【0027】また、領域Iが転写領域であり、それ以外は非転写領域である。さらに、領域I'は、このハーフトーン型位相シフトマスク1をステッパーのレティクルとして用いた場合におけるステッパーのアパーチャーの光通過領域である。この実施例は、転写領域I以外の非転写領域にも遮光層7を形成したものである。

【0028】これにより、このハーフトーン型位相シフトマスク1をステッパーのレティクルとして用いた場合に、ステッパーのアパーチャーの光通過領域I'と、レティクルたるハーフトーン型位相シフトマスク1の転写領域Iとの間に多少のずれがあつて、露光光がハーフトーン型位相シフトマスク1の非転写領域にまではみだして照射されても、このはみだして照射された露光光は上記遮光層7によって遮断されて透過することができない。これにより、被転写体上における非転写領域に不要な露光光が達することを完全に防止でき、上記アパーチャーの光通過領域とハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域との間に多少のずれがあつた場合にも、このずれに基づく露光の欠陥が生ずることを防止できる。

【0029】透明基板2は、主表面を鏡面研磨した石英ガラス基板（寸法：縦6インチ×横6インチ×厚さ0.25インチ）である。

【0030】半透光層5を構成する低透過率層3は、膜厚21nmのCr膜であり、波長365nmの露光光に

対する透過率が15%である。また、高透過率層4は、膜厚380nmのSOG（塗布ガラス；スピンのオン・グラス）膜であり、波長365nmの露光光の位相を180°シフトさせる。

【0031】また、遮光層7は、Crからなる膜厚80nmの膜である。

【0032】次に、図3ないし図11を参照にしながら、上述の構成のハーフトーン型位相シフトマスク1の製造工程を説明する。

【0033】まず、透明基板2上に、スパッタリング法によりCrからなる低透過率膜3aを形成する。次に、低透過率膜3a上にSiO₂系被覆膜形成用塗布液（アライドシグナル社製のアキュグラス#311スピンのオン・グラス（商品名））を滴下し、スピコート法により全面に広げ、その後、焼成してバインダーの有機化合物を揮発させて、SOG（スピンのオン・グラス）膜からなる高透過率膜4aを形成し、低透過率膜3aと高透過率膜4aとからなる半透光膜5aを形成する。次に、高透過率膜4a上に、スパッタリング法によりCrを膜厚80nmに成膜して遮光膜7aを形成する。次いで、ポジ型電子線レジスト（ZEP-810S：日本ゼオン社製）を、遮光膜7aの上に膜厚500nmに塗布し、ベークしてレジスト膜8aを形成する（図3参照）。

【0034】次に、透明基板2上の転写領域内におけるレジスト膜8aに所望のパターンの電子線露光を施す（図4参照）。

【0035】次に、上記露光したレジスト膜8aを現像液で現像することにより、レジストパターン8を形成し、このレジストパターン8をマスクにして、遮光膜7aを所定のエッチング液によりエッチングして遮光膜パターン7bを形成し（図5参照）、引き続き高透過率膜4aをドライエッチングする（図6参照）。尚、この高透過率膜4aのドライエッチングは、反応性ドライエッチング方式（RIE）の平行平板型ドライエッチング装置を用いて、以下の条件で行う。

【0036】

エッチングガス…CF₄ とO₂ との混合ガス

ガス圧…0.1 Torr

高周波出力…200W

次に、レジストパターン8を剥離した後（図7参照）、透明基板2の表面にポジ型電子線レジスト（ZEP-810S：日本ゼオン社製）を膜厚500nmに塗布してベーク処理を施して電子線レジスト膜9aを形成し（図8参照）、次いで、この電子線レジスト膜9aに遮光層7を形成するための電子線露光を施す（図9参照）。

【0037】次に、電子線レジスト膜9aを現像し、位相シフト効果に寄与しない領域のレジストパターン9を形成する（図10参照）。

【0038】しかる後、そのレジストパターン9をマスクにして遮光膜パターン7b及び低透過率膜3aの露出

部分を所定のエッチング液を用いてエッチングしてこれらの膜の露出部分を除去し（図11参照）、次いで残存するレジストパターン9を除去することにより、ハーフトーン型位相シフトマスク1を得る（図1参照）。

【0039】図12は実施例1のハーフトーン型位相シフトマスク1の転写特性と従来のハーフトーン型位相シフトマスクの転写特性とを比較して示した図である。なお、図12のグラフにおいて、縦軸が被転写基板上の光強度であり、横軸が転写基板上のパターン寸法（単位： μm ）を示すものである。また、図の実線の曲線が実施例であり、一点鎖線の曲線が比較例である。これらの曲線は、それぞれのハーフトーン型位相シフトマスクを用い、1/5縮小投影型ステッパーにて被転写基板表面にパターン転写したときの光強度のシミュレーションを示したものである。なお、ここで、ハーフトーン型位相シフトマスクのパターン（透光部）の寸法 $W1$ は $2.5\mu\text{m}$ 、位相シフト機能を果たす部分の寸法 $W2$ が $2.0\mu\text{m}$ である。また、被転写基板上の寸法 $W1'$ は $0.5\mu\text{m}$ 、 $W2'$ が $0.4\mu\text{m}$ である。

【0040】この図12からわかるように、本実施例のハーフトーン型位相シフトマスクを用いた場合は、透光部6と半透光層5との境界近傍において光強度がゼロとなりコントラストが高くなっており、また、露光光の相殺作用に寄与しない領域において、光強度がゼロとなり露光光の洩れを完全に防いでいる。したがって、被転写基板に膜減りの小さいレジストパターンを得ることができる。しかも、図12から明らかなように、透光部6（ $W1$ ）を通過した露光光の非転写基板上の光強度が比較例よりも本実施例のほうが大きくなっており、さらに、半透光部の領域内であって透光部と半透光部との境界近傍でかつ露光光の相殺作用に寄与しない領域（ $W2$ ）を通過した露光光の非転写基板上の光強度は実施例のほうが小さくなっている。この点においても本実施例のほうがコントラスト向上の観点で有利である。

【0041】また、本実施例では、位相シフトマスク上の転写領域と被転写領域の境界部も遮光層で覆っているため、被転写基板に不要な像が形成されることを防止することができる。

【0042】また、本実施例における低透過率層3は 21nm の非常に薄い膜で形成しているためピンホールが発生しやすいが、その上方に膜厚が 80nm の遮光層7によって半透光層5の大部分を覆っているため、仮に、低透過率層3にピンホールが発生したとしても、パターン転写の際に不要な像をつくることを防止することができる。

【0043】また、本実施例では、低透過率層3と遮光層7として、同じ材料（Cr）を用いたので、遮光層7の2度目のエッチングと低透過率層3のエッチングとを同時に行うことができ、工程を簡略化することができる。

【0044】尚、本実施例では、低透過率層3としては、クロムの他に、クロムに酸化クロムもしくは窒化クロムもしくは炭化クロム等のクロム化合物が含まれるものでもよく、あるいは、モリブデン、タンタル又はタングステンにシリコンを含む材料、あるいは、これらに窒素及び/又は酸素を含ませたものであってもよい。

【0045】また、遮光層7としては、クロムの他に例えば、モリブデンにシリコンを含む材料、チタン、アルミニウム、タングステン等の膜であってよい。また、低透過率層3と遮光層7とは必ずしも同じ材料である必要はない。

【0046】また、半透光層5の光透過率は、通常、 $1\sim 50\%$ の範囲であればよく、実用的には $5\sim 15\%$ のものが多く使用される。

【0047】（実施例2）図13は、本発明の実施例2にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの切断面の端面図、図14ないし図20は実施例2にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。以下、これらの図面を参照にしながら実施例2を説明する。なお、この実施例は、上述の実施例1における半透光層5を一層の膜で構成した外の点の構成はほぼ同一であるので、以下の説明では、実施例1と共通する機能を果たす部分には同一の符号付してその説明の一部を省略する。

【0048】この実施例においては、半透光層5は、膜厚 180nm の酸化窒化 MoSi 膜であり、波長 365nm の露光光に対する透過率が 8% であり、また、露光光の位相を 180° シフトさせる。

【0049】また、遮光層7はCrからなる膜厚 80nm の膜であり、位相シフト効果に寄与しない領域に形成されている。

【0050】この構成のハーフトーン型位相シフトマスク1は以下のようにして製造することができる。

【0051】まず、透明基板1上にモリブデンシリサイドのターゲットを用い、 $\text{Ar} + \text{O}_2 + \text{N}_2$ ガスを用いた反応性スパッタリング法による酸化窒化 MoSi からなる透過率及び位相差を同時に制御する単層の半透光膜5aを形成する。次に、半透光膜5a上に、スパッタリング法によりCrを膜厚 80nm に成膜して遮光膜7aを形成する。次に、この遮光膜7aの上にポジ型電子線レジスト（ZEP-810S：日本ゼオン社製）を膜厚 500nm 塗布し、ベークして電子線レジスト膜8aを形成する（図14参照）。

【0052】次に、透明基板1上の電子線レジスト膜8aに所望のパターンの電子線露光を施す（図15参照）。

【0053】次に、上記露光した電子線レジスト膜8aを現像した後ベークしてレジストパターン8を形成し、次いで、このレジストパターン8をマスクにして、遮光膜7aを所定のエッチング液によりエッチングして遮光

膜パターン 7b を形成する (図 16 参照)。

【0054】次に、半透光膜 5a をエッチングした後、レジストパターン 8 を除去する (図 17 参照)。尚、この半透光膜 5a のエッチングは、反応性イオンエッチング方式の平行平板型ドライエッチング装置を用いて、以下の条件で行う。

【0055】

エッチングガス…CF₄ と O₂ との混合ガス

ガス圧…0.1 Torr

高周波出力…200W

次に、基板全面にポジ型フォトレジスト (AZ-1350: シブレイ社製) を膜厚 600nm 塗布し、ベーク処理を施してフォトレジスト膜 9a を形成する (図 18 参照)。

【0056】次に、透明基板 1 の裏面より、全面露光を行い遮光膜パターン 7b をマスクとした露光を施す (図 19 参照)。この際、パターンニングする部分の線幅が大きくなるように照射量を、遮光膜パターン 7b と同一寸法のパターンを得る場合の照射量よりも多くする。次いで、フォトレジスト 9a を現像し、そのレジストパターンをマスクとして遮光膜パターン 7b を所定のエッチング液によりエッチングする。このときも上述の露光量を多くすると同様にエッチング時間を通常のパターンニングより長くすることが重要である。しかる後に、レジストを剥離してすることにより実施例 2 のハーフトーン型位相シフトマスク 1 を得ることができる (図 13 参照)。

【0057】本実施例によれば、実施例 1 と同様に、コントラストが高く、膜減りの小さいレジストパターンを得ることができ、また、位相シフトマスク上の転写領域と非転写領域の境界部も遮光層で覆っているため、被転写基板に不要な像が形成されることを防止することができる。

【0058】また、半透光層 5 を酸化窒化 MoSi、遮光層 7 をクロムとしていることにより、エッチング際に双方がエッチングされてしまうことがない。

【0059】尚、本実施例では、半透光層として酸化窒化 MoSi、遮光層としてクロムを用いたが、半透光層としてはこれに限らず、1 層で所定の透過率及び位相差を有する膜材料であればよく、例えば、クロムの酸化物、窒化物、弗化物、炭化物又はこれらの混合物、酸化シリコンに吸光材を混合させた材料など、半透光膜として使用できるあらゆる材料を用いることができる。ただし、本実施例のような方法を用いる場合、半透光層と遮光層とは互いのエッチング環境に耐性を有する材料を選定する必要がある。

【0060】また、上記実施例では、背面露光工程において、所定の位置に遮光膜を形成するために、背面露光の照射量を多くしたが、図 20 に示したように、透明基板 1 の表面に対向して、基板 12 上にクロム膜等の高反射膜 13 が形成された反射用基板 11 を配置することに

より反射作用を利用して半透光層 5 上の透光部との境界近傍にも露光されるようにしてもよい。

【0061】以下に、本発明の代表的な変形例を挙げる。

【0062】図 21 に示した位相シフトマスク 1 は、透明基板 2 に直接エッチングを施して透明基板の一部を高透過率層 4 とし、この高透過率層 4 の上に低透過率層 3 を積層し、低透過率層 3 の上の位相シフト機能に寄与しない部分に遮光層 7 を形成したものである。

【0063】図 22 に示した位相シフトマスク 1 は、透明基板 2 の上の所定の位置に遮光層 7 を設け、その上の所定の位置に単層の半透光層 5 を形成したものである。尚、この半透光層 5 を高透過率層と低透過率層の 2 層構造のものにしてもよい。

【0064】本発明において、遮光層を設ける位置については、被転写基板上の W2 が 0.2 μm 以上の範囲でなるべく小さくなるように設定することが好ましい。つまり、1/5 縮小投影型ステッパーを用いる場合は、マスク上での W2 が 1 μm 以上の範囲でなるべく小さいほうが好ましい。W2 をなるべく小さくすることにより半透光部における光の洩れを最小限に押さえることができるが、W2 が 1 μm 以下になると、半透光部と透光部の境界近傍における相殺作用に悪影響を及ぼす可能性があるからである。ただし、パターンの寸法 (W1) 精度は半透光部の寸法精度によって決定されるので、遮光層の寸法 (W1) 精度はさほど要求されない。

【0065】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明にかかるハーフトーン型位相シフトマスクは、少なくともマスクパターン転写領域内であって、透光部と半透光部との境界近傍における光の相殺作用に実質的に寄与しない半透光部に遮光層を設けたことにより、その部分における露光光の洩れを抑えることができる。したがって、レジストの膜減りを小さくすることができる。この場合、マスクパターンのパターン精度は、半透光部のパターン精度によって決まり、遮光層のパターン精度、並びに、その厚さ精度はそれ程要求されないから、その設計及び形成は比較的容易である。それゆえ、ハーフトーン型位相シフトマスク本来の利点を生かしつつその欠点である露光光の洩れをほぼ完全に防止することができる。

【0066】また、マスクパターン転写領域と非転写領域との境界に隣接する非転写領域を半透光部とし、かつ、この非転写領域の半透光部に所定以上の幅を有する遮光部を設けたことにより、このハーフトーン型位相シフトマスクをステッパーのレティクルとして用いた場合に、ステッパーのアパーチャーの光通過領域と、レティクルたるハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域との間に多少のずれがあつて、露光光が位相シフトマスクの非転写領域における半透光部にはみだして照射されても、このはみだして照射された露光光は上記遮光部によ

って遮断されて透過することができない。これにより、被転写体上における非転写領域に不要な露光光が達することを完全に防止でき、上記アパーチャーの光通過領域とハーフトーン型位相シフトマスクの転写領域との間に多少のずれがあった場合にも、このずれに基づく露光の欠陥が生ずることを防止できる。

【0067】さらに、本発明のハーフトーン型位相シフトマスクブランクによれば、本発明にかかるハーフトーン型位相シフトマスクを容易に製造することができるハーフトーン型位相シフトマスクブランクが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの構成を示す図であって図2のI-I線断面面の端面図である。

【図2】実施例1にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの平面図である。

【図3】実施例1にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図4】実施例1にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図5】実施例1にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図6】実施例1にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図7】実施例1にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図8】実施例1にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図9】実施例1にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図10】実施例1にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図11】実施例1にかかるハーフトーン型位相シフト

マスクの製造工程説明図である。

【図12】実施例1のハーフトーン型位相シフトマスク1の転写特性と従来のハーフトーン型位相シフトマスクの転写特性とを比較して示した図である。

【図13】実施例2にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図14】実施例2にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図15】実施例2にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図16】実施例2にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図17】実施例2にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図18】実施例2にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図19】実施例2にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図20】実施例2にかかるハーフトーン型位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図21】本発明の変形例を示す図である。

【図22】本発明の変形例を示す図である。

【図23】本発明の従来例の説明図である。

【図24】本発明の従来例の説明図である。

【図25】本発明の従来例の説明図である。

【図26】本発明の従来例の説明図である。

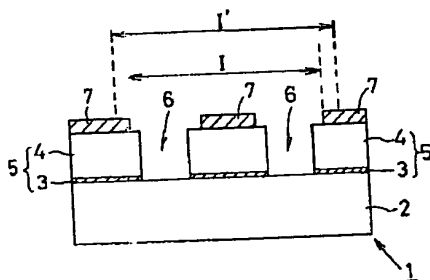
【図27】本発明の従来例の説明図である。

【図28】本発明の従来例の説明図である。

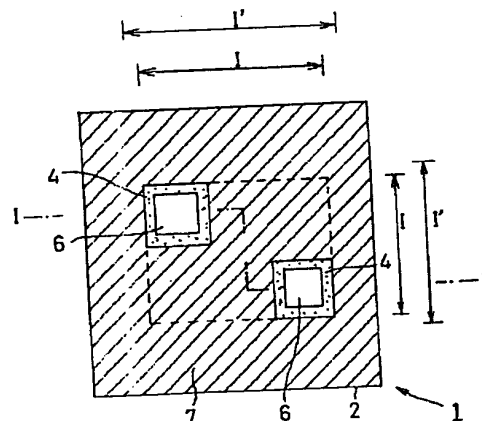
【符号の説明】

1…ハーフトーン型位相シフトマスク、2…透明基板、3…低透過率層、4…高透過率層、5…半透光層、6…透光部、7…遮光層。

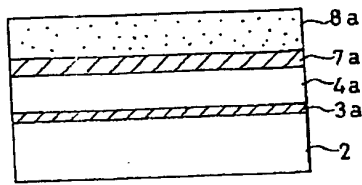
【図1】



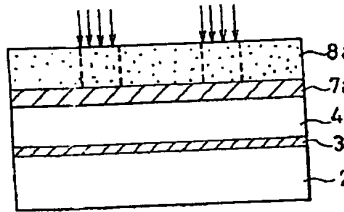
【図2】



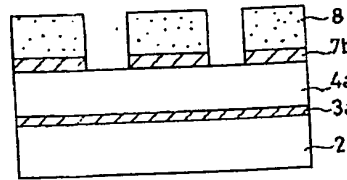
【図 3】



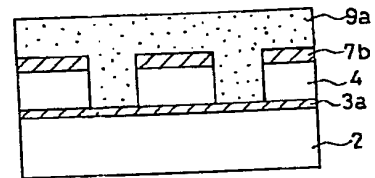
【図 4】



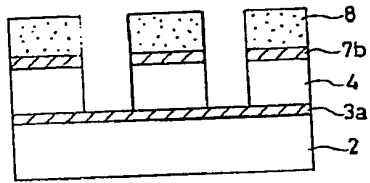
【図 5】



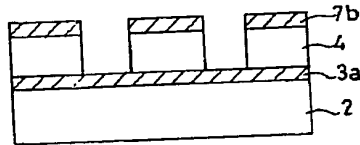
【図 8】



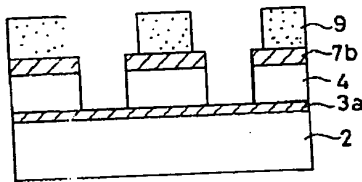
【図 6】



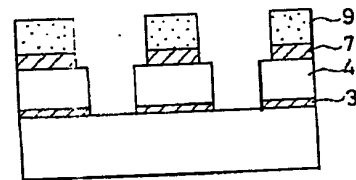
【図 7】



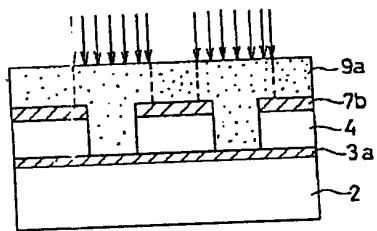
【図 10】



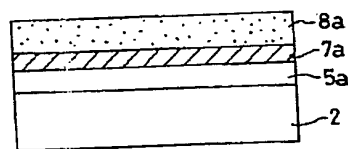
【図 11】



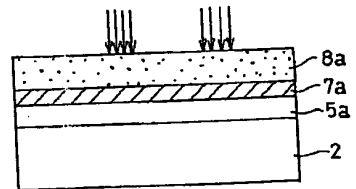
【図 9】



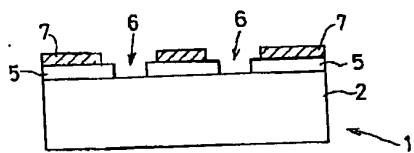
【図 14】



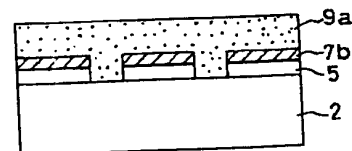
【図 15】



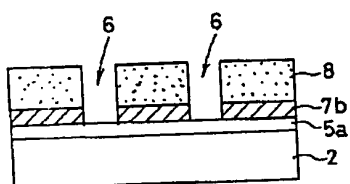
【図 13】



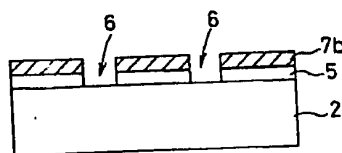
【図 18】



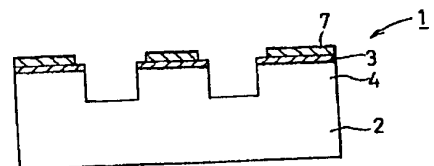
【図 16】



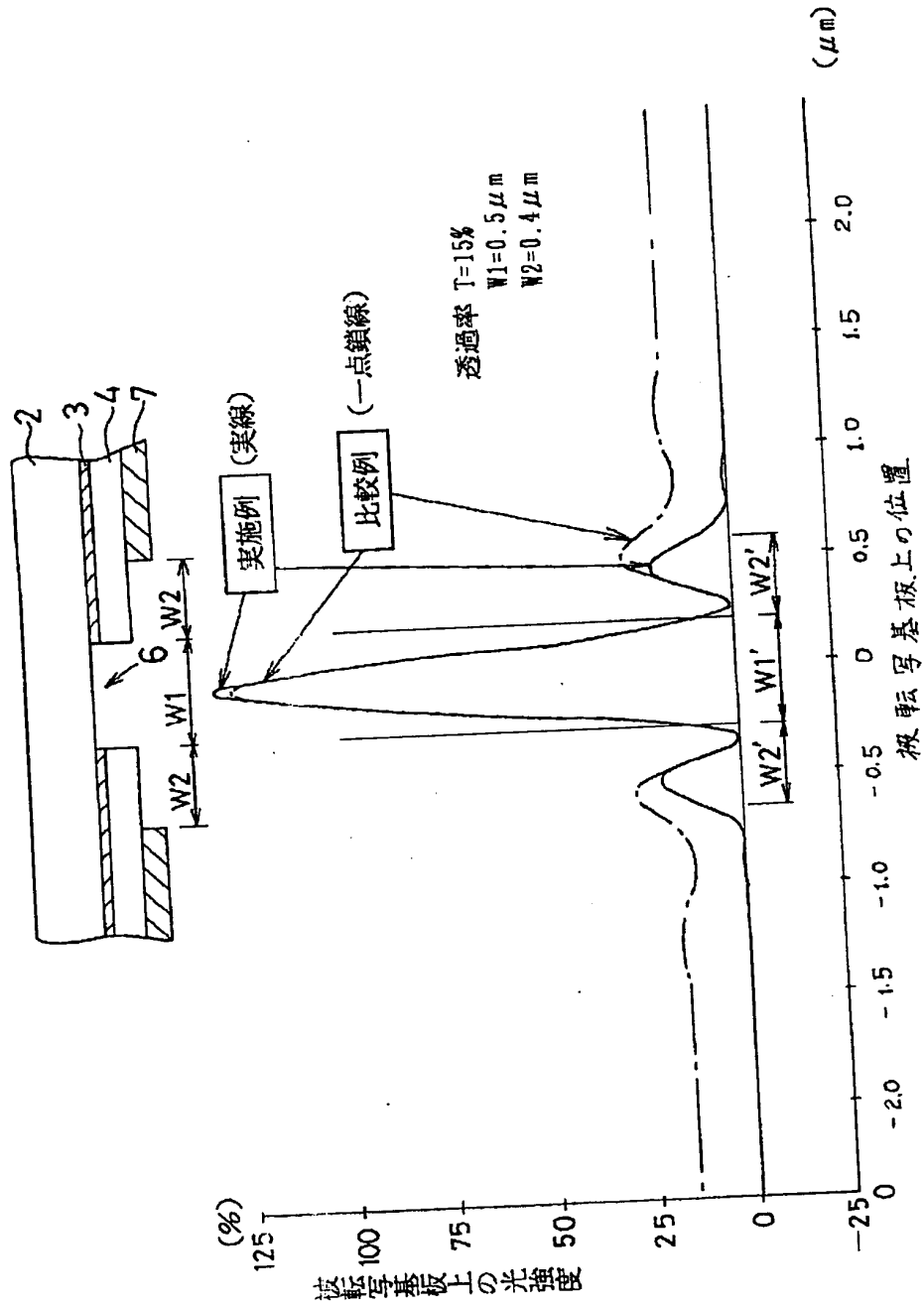
【図 17】



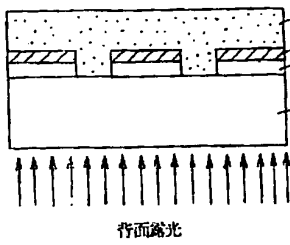
【図 21】



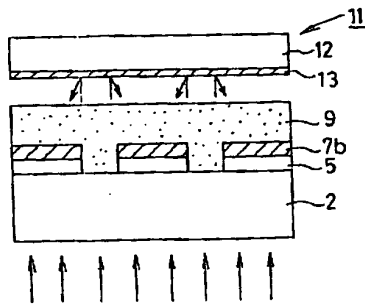
【図12】



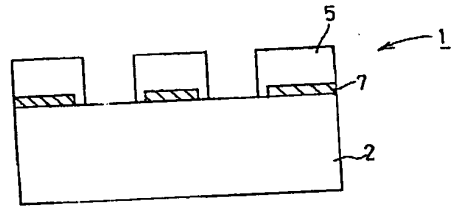
【図 19】



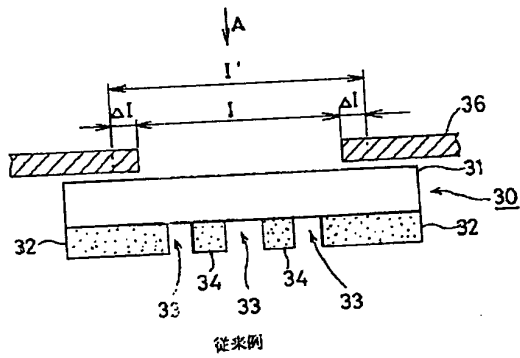
【図 20】



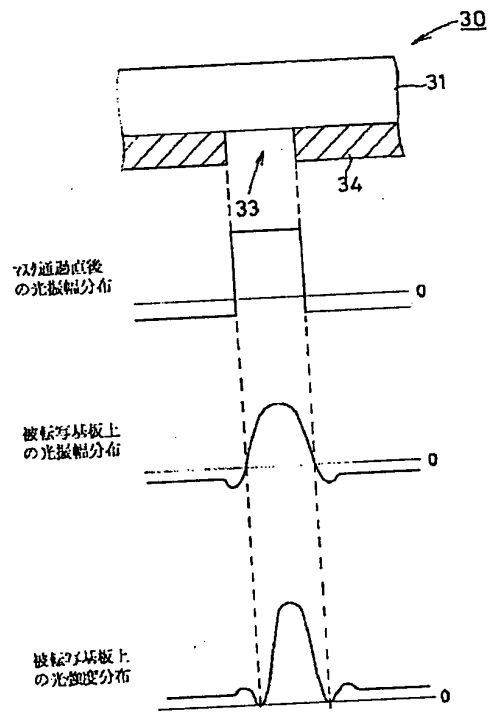
【図 22】



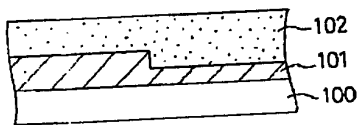
【図 23】



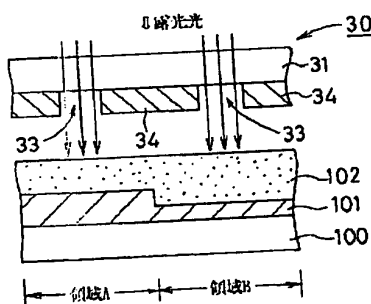
【図 24】



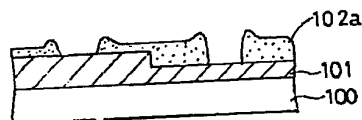
【図 25】



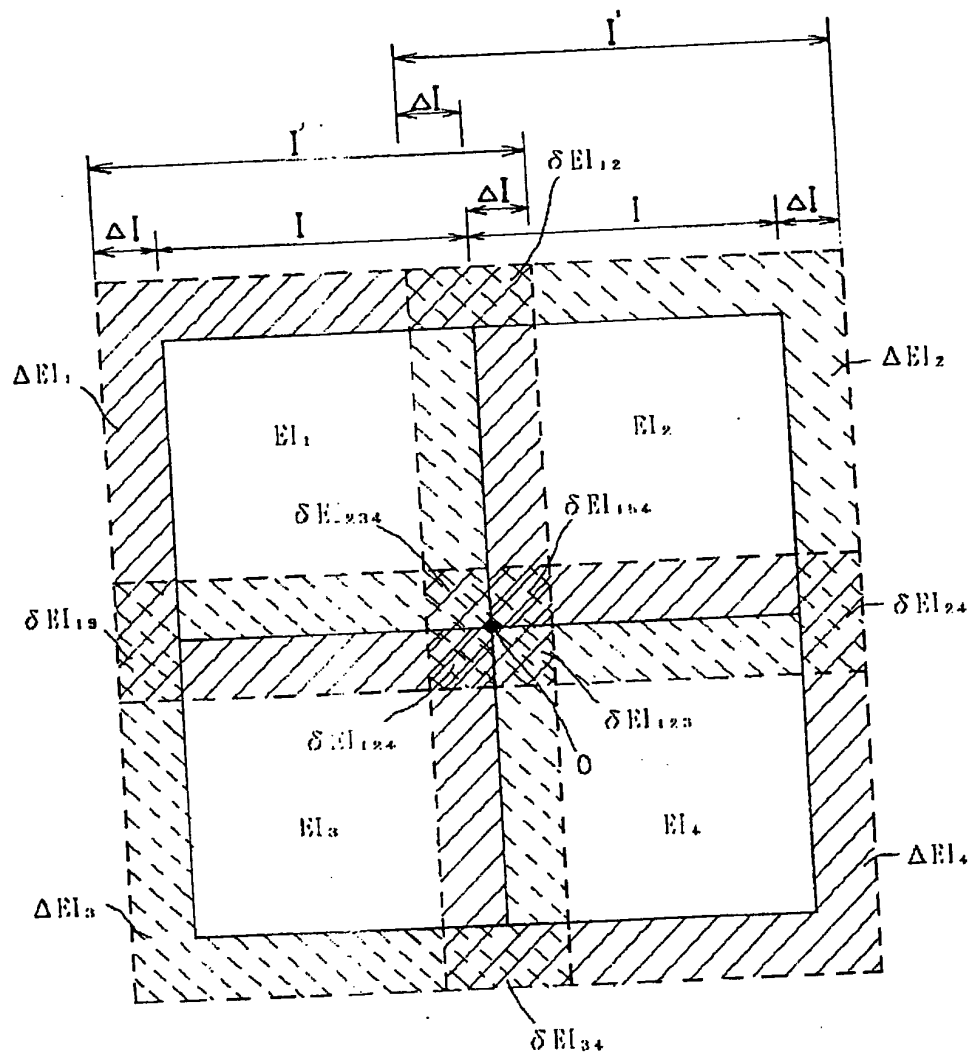
【図 26】



【図 27】



【図 28】



* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The mask pattern which is a mask for a detailed pattern imprint and is formed in the imprint field on a transparence substrate It has the translucent part which makes the light of the reinforcement which contributes to exposure substantially penetrate, and the half translucent part which makes the light of the reinforcement which does not contribute to exposure substantially penetrate. By making the phase of the light which was made to shift the phase of the light which passes this half translucent part, and passed this half translucent part differ from the phase of the light which passed said translucent part In the halftone mold phase shift mask which enabled it to hold the contrast of the boundary section good using the phase bactericidal action of the light which passed near the boundary of said translucent part and half translucent part The halftone mold phase shift mask which is in said mask pattern imprint field at least, and is characterized by equipping with a protection-from-light layer on the half translucent part which does not contribute to the phase bactericidal action of light [/ near the boundary of said translucent part and half translucent part] substantially, or the bottom.

[Claim 2] The halftone mold phase shift mask characterized by preparing the protection-from-light layer which uses as a half translucent part the non-transcribed region which adjoins the boundary of said mask pattern imprint field and non-transcribed region in a halftone mold phase shift mask according to claim 1, and has the width of face more than predetermined in the half translucent part of this non-transcribed region.

[Claim 3] The halftone mold phase shift mask blank characterized by having the half-translucent membrane which is used as that material, and which is a halftone mold phase shift mask blank, and constitutes a half translucent part on a transparence substrate in case a halftone mold phase shift mask according to claim 1 or 2 is manufactured, and having the light-shielding film which constitutes a protection-from-light layer on this half-translucent membrane or in the bottom.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention by giving phase contrast between the exposure light which passes a mask It is the phase shift mask which enabled it to improve the resolution of an imprint pattern. It constitutes from a half-translucent membrane which shifts the phase of the transmitted light at the same time it makes the light of the reinforcement which does not contribute the protection-from-light section to exposure substantially penetrate. It is related with the so-called halftone mold phase shift mask which enabled it to hold the contrast of the boundary section good as the light which passed near the boundary of this protection-from-light section and translucent part denied mutually and suited, and its material slack halftone mold phase shift mask blank.

[0002]

[Description of the Prior Art] In semi-conductor LSI manufacture etc., a phase shift mask is used as one of the detailed pattern imprint mask slack photo masks. This phase shift mask enables it to improve the resolution of an imprint pattern by giving phase contrast between the exposure light which passes a mask. The phase shift mask given [as a thing] in JP,4-136854,A suitable for the pattern imprint isolated [tooth space / the hole especially single to one, the dot or Rhine of this phase shift mask,] is known.

[0003] Drawing 23 is the sectional view of a phase shift mask given in JP,4-136854,A. As shown in drawing 23 , the phase shift mask 30 given [this] in an official report The half-translucent membrane 32 to which the phase of the light which passes at the same time it makes the light of the reinforcement which does not contribute to exposure substantially penetrate on the transparence substrate 31 is shifted is formed. Subsequently By removing alternatively said a part of half-translucent membrane 32 to the imprint field I of the center section of this transparence substrate 31 The mask pattern constituted from a translucent part 33 which makes the light of the reinforcement which contributes to exposure substantially penetrate, and a half translucent part 34 which makes the light of the reinforcement which does not contribute to exposure substantially penetrate is formed. And when making it the phase of the light which was made to shift the phase of the light which passes a half translucent part 34, and passed this half translucent part 34 become the relation substantially reversed to the phase of the light which passed the above-mentioned translucent part 33, this phase shift mask 30 As the light around which passes near the boundary of said translucent part 33 and half translucent part 34, and it turned by diffraction denies mutually and suits, it enables it to hold the contrast of the boundary section good. Drawing 24 shows the amplitude distribution and intensity distribution of the light which passed near the boundary section of a translucent part 33 and a half translucent part 34. This type of phase shift mask is called the so-called halftone mold phase shift mask.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, in short, a halftone mold phase shift mask makes it serve both as a phase shift function and a protection-from-light function by the half translucent part. That is, this half translucent part is operated as a phase shift layer in the boundary section of a pattern, and is operated as a protection-from-light layer in the other part. Therefore, leakage light with slight also into an ideal part originally intercepting exposure light completely has reached. Usually, the whole light exposure is adjusted so that it may not result to substantial

exposure, even if there is this leakage light.

[0005] Like [when the thickness of the slack resist for exposure formed in the transferred object changes sharply with locations in the place], when required light exposure changes sharply with locations of a transferred object, it must be set as the value which can cover the maximum light exposure of the light exposure which surely needs the whole light exposure in each location of a transferred object. Otherwise, it is because the whole exposure cannot be performed.

[0006] However, in the thick part of thickness which needed large light exposure, for example, when done so, although the effect by the leakage light from a half translucent part was small, by the thin part of thickness, it became clear that it was generated also when film decrease of the resist after development crosses tolerance by exposure by leakage light. Drawing 25 thru/or drawing 27 are the explanatory views of this situation.

[0007] They are drawing in which drawing 25 shows the example of the transferred object from which the thickness of the slack resist for exposure differs by the location, drawing showing signs that drawing 26 is exposed to the transferred object of drawing 25 , and drawing showing the transferred object after drawing 27's carrying out exposure shown by drawing 26 and developing negatives.

[0008] The electric conduction film 101 with which the transferred object shown in drawing 25 has the level difference of about 0.5 micrometers on a substrate 100 is formed, and the positive-resist film 102 for pattern formation is formed with a spin coat method on this. After this transferred object carries out pattern exposure, and it develops it to a resist 102 and it forms a resist pattern, it forms the pattern for wiring in the electric conduction film 101 by etching by using this resist pattern as a mask.

[0009] As shown in drawing 26 , the case where the above-mentioned resist film 102 is exposed with the halftone mold phase shift mask 30 is considered. In this case, the thickness of the resist 102 in the field B whose thickness of the electric conduction film 101 is a thin part is thicker than the thickness of the resist 102 in the field A which is the thick part of the thickness of the electric conduction film 101. For this reason, the value of light exposure is set as the large value which can expose this field B.

[0010] If a resist 101 is developed as it is shown in drawing 27 , when it does so, according to the leakage light from a half translucent part 34, film decrease of resist pattern 102a will arise. This film loss in quantity is the last amount which would pose a problem at the time of etching in the location of the field B where the thickness of the resist film 102 is thick from the first enough. However, in the location of the field A where the thickness of the resist film 102 is thin from the first, thickness becomes still thinner and there is a case where it becomes impossible to fully achieve the function as a mask at the time of etching. For this reason, a setup of light exposure becomes difficult, and it may be generated also when the optimal light exposure is not obtained depending on the case. Since the amount of leaks of exposure luminous energy becomes large when the permeability of a half translucent part is high (for example, 10 - 15%), this situation poses a serious problem especially.

[0011] Moreover, this halftone mold phase shift mask is usually used as a mask (reticle) of the contraction projection aligner (stepper) which is an aligner used for semi-conductor manufacture. This stepper reduces the projection image which projects a reticle with exposure light and is acquired with a projection lens, on the semi-conductor wafer which is a transferred object, does image formation and performs reduced projection exposure. Usually this reduced projection exposure repeats the pattern of the same reticle in the location where it differs on one semi-conductor wafer, imprints and exposes it in it, and obtains many semiconductor chips from one wafer. For this reason, when performing a pattern imprint using this stepper, as shown in drawing 23 , it exposes by covering a periphery field so that the imprint field I of the phase shift mask 30 (reticle) may be exposed by the covering member (aperture) 36 with which the stepper was equipped.

[0012] however, it is difficult in machine precision to install so that only an imprint field may be exposed with a sufficient (for example, precision of 1 micrometer or less) precision, and in many cases, an outcrop will see this aperture 36 to the non-transcribed region of the periphery circumference of an imprint field, and it will come out of it. Moreover, even if it is the case where it disturbs if the aperture is temporarily highly precise, and there is no section, since distance is between an aperture and a transferred object, exposure light diffracts and a non-transcribed region is

reached.

[0013] Thus, when the range where an aperture 36 is larger than an original imprint field was made to pass exposure light, it turned out that there is the following problem. That is, the optical half translucent membrane 32 which the halftone mold phase shift mask 30 makes pass the light of the reinforcement which does not contribute to exposure usually substantially to a non-transcribed region is formed. for this reason, it is this **** when the range where an aperture 36 is larger than an original imprint field is made to pass exposure light as mentioned above -- exposure by the light of the reinforcement which does not contribute to exposure substantially in the part carried out is made. Of course, even if there is this **** broth part, in one exposure, a problem is not produced at all. however, it is this **** -- it may reach to the amount which the part (disturbing exposure section) which were exposed by carrying out laps with an imprint field, or the case where it laps with the part which disturbed similarly in the case of the next exposure, and was exposed arises, they are added even if it is the light exposure which does not contribute to exposure substantially by one exposure by this duplication exposure, and contributes to exposure Therefore, thereby, that it is the same in exposure having been given as a result starts the field which should be exposed and out of which it does not come, and, originally a defect occurs. Hereafter, this point is explained concretely.

[0014] Drawing 28 is the explanatory view showing the phenomenon in which the **** broth exposure section laps. The case where adjoined on the wafer which applied the slack resist for exposure in order that drawing 9 might simplify explanation, and four imprints are performed is assumed. the fields [EI / EI, EI / 2 /, and / 3] 1 and EI4 which are surrounded as a continuous line the part which is an imprint field and is surrounded by the dotted line of the outside of each imprint field -- **** broth section **EI1, **EI2, **EI3, and **EI4 it is . The dimension (length and width) of each above-mentioned imprint field is [the dimension (width of face) of I' and the **** broth section of the dimension (length and width) of I and the optical passage hole of an actual aperture] **I. In addition, the imprint fields [EI / EI, EI / 2 /, and / 3] 1 and EI4 Mutual physical relationship is set up so that it may become next to each other correctly by a stepper's X-Y stage etc. in order [moreover,] to give explanation intelligible in drawing 28 -- **** broth section **EI1, **EI2, **EI3, and **EI4 It is expanded and shown.

[0015] clear from drawing 28 -- as -- **** broth section **EI1, **EI2, **EI3, and **EI4 It laps in the thing comrade who adjoins mutually, and a part arises. these lap part -- respectively -- deltaEI12, deltaEI24, deltaEI34, deltaEI13, deltaEI234, deltaEI134, deltaEI123, and deltaEI124 **, although both the counts of a lap of lap partial deltaEI12, deltaEI24, deltaEI34, and deltaEI13 are 2 times when it carries out Lap partial deltaEI234, deltaEI134, deltaEI123, and deltaEI124 It becomes 3 times and becomes 4 times of laps substantially in Point O further. When light transmittance of the half-translucent membrane 32 is now made into 15%, exposure of the amount as the case where the film of 60% of light transmittance is passed into a lap part 4 times with the still more nearly same exposure of the amount as the case where the film of 45% of light transmittance is passed into a lap part 3 times with the same exposure of the same amount as the case where the film of 30% of light transmittance is passed twice into a lap part will be performed, respectively. For this reason, in these lap part, the case where exposure which reaches the reinforcement which contributes to exposure substantially is performed arises. Consequently, after performing this exposure, to the wafer which developed the resist, carried out predetermined etching etc. and formed the pattern, originally, an unnecessary pattern will be formed in the part which should be formed and which does not come out, and a pattern defect will occur.

[0016] This invention is made under an above-mentioned background, and it aims at offering the halftone mold phase shift mask which can prevent nearly completely the leak of the exposure light which is the fault, and its material slack halftone mold phase shift mask blank, employing the advantage of halftone mold phase shift mask original efficiently by the comparatively easy configuration.

[0017]

[Means for Solving the Problem] The halftone mold phase shift mask applied to this invention in order to solve an above-mentioned technical problem (Configuration 1) The mask pattern which is a mask for a detailed pattern imprint and is formed in the imprint field on a transparence substrate It has the translucent part which makes the light of the reinforcement which contributes to exposure

substantially penetrate, and the half translucent part which makes the light of the reinforcement which does not contribute to exposure substantially penetrate. By making the phase of the light which was made to shift the phase of the light which passes this half translucent part, and passed this half translucent part differ from the phase of the light which passed said translucent part In the halftone mold phase shift mask which enabled it to hold the contrast of the boundary section good using the phase bactericidal action of the light which passed near the boundary of said translucent part and half translucent part Are in said mask pattern imprint field at least, and it considers as the configuration characterized by equipping with a protection-from-light layer on the half translucent part which does not contribute to the phase bactericidal action of light [/ near the boundary of said translucent part and half translucent part] substantially, or the bottom. As the mode of this configuration 1 (configuration 2), in the halftone mold phase shift mask of a configuration 1 It considered as the configuration characterized by preparing the protection-from-light section which uses as a half translucent part the non-transcribed region which adjoins the boundary of said mask pattern imprint field and non-transcribed region, and has the width of face more than predetermined in the half translucent part of this non-transcribed region.

[0018] Moreover, halftone mold phase shift mask blank concerning this invention (configuration 3) When manufacturing a configuration 1 or the halftone mold phase shift mask of 2, it was the halftone mold phase shift mask blank used as that material, and it has the half-translucent membrane which constitutes a half translucent part on a transparence substrate, and considered as the configuration characterized by the thing which constitute a protection-from-light layer on this half-translucent membrane or in the bottom, and to *****.

[0019]

[Function] According to the above-mentioned configuration 1, it is in a mask pattern imprint field at least, and the leak of the exposure light in the part can be suppressed by preparing a protection-from-light layer in the half translucent part which does not contribute to the phase bactericidal action of light [/ near the boundary of a translucent part and a half translucent part] substantially. Therefore, film decrease of a resist can be made small. In this case, since the pattern precision of a mask pattern is decided by pattern precision of a half translucent part and that thickness precision is not required so much of the pattern precision of a protection-from-light layer, and a list, that design and formation are comparatively easy. So, the leak of the exposure light which is the fault can be prevented nearly completely, employing the advantage of halftone mold phase shift mask original efficiently. And according to the above-mentioned configuration, the optical reinforcement on the non-imprinting substrate of the exposure light which passed the translucent part becomes larger than before. Furthermore, it is checked that the optical reinforcement on the non-imprinting substrate of the exposure light which passed through the field which is in the field of a half translucent part, and is near the boundary of a translucent part and a half translucent part, and does not contribute to the phase bactericidal action of exposure light becomes smaller than before. It is actually checked that a remarkable thing has the improvement effectiveness in contrast of the upper imprint pattern.

[0020] Moreover, by having prepared the protection-from-light section which uses as a half translucent part the non-transcribed region which adjoins the boundary of said mask pattern imprint field and non-transcribed region, and has the width of face more than predetermined in the half translucent part of this non-transcribed region according to the configuration 2 When this halftone mold phase shift mask is used as a stepper's reticle, the optical passage field of a stepper's aperture, Even if a gap of some is between the imprint fields of a reticle slack halftone mold phase shift mask, and exposure light disturbs to the half translucent part in the non-transcribed region of a phase shift mask and is irradiated it is this ***** -- the exposure light irradiated by carrying out is intercepted by the above-mentioned protection-from-light section, and cannot be penetrated. It can prevent that the defect of exposure based on this gap produces that an unnecessary exposure light reaches the non-transcribed region on a transferred object by this also when it can prevent completely and a gap of some is between the optical passage field of the above-mentioned aperture, and the imprint field of a halftone mold phase shift mask.

[0021] Furthermore, according to the configuration 3, the halftone mold phase shift mask blank which can manufacture easily a configuration 1 or the halftone mold phase shift mask of 2 is obtained.

[0022]

[Example]

(Example 1) Drawing 1 is drawing showing the configuration of the halftone mold phase shift mask concerning the example 1 of this invention, and the end view of the I-I line cross section of drawing 2, the top view of the halftone mold phase shift mask which drawing 2 requires for an example 1, drawing 3, or drawing 11 is the production process explanatory view of the halftone mold phase shift mask concerning an example 1. Hereafter, an example 1 is explained, making these drawings reference. In addition, since what has the half-translucent membrane which a halftone mold phase shift mask blank is a material at the time of manufacturing a halftone mold phase shift mask, and constitutes a half translucent part on a transparence substrate at least, and has the light-shielding film which constitutes ***** on this half-translucent membrane or in the bottom is put widely and that configuration becomes clear by the term of explanation of the production process of a halftone mold phase shift mask, that explanation is omitted.

[0023] drawing 1 and drawing 2 -- setting -- a sign 1 -- for a low permeability layer and a sign 4, a high permeability layer and a sign 5 are [a halftone mold phase shift mask and a sign 2 / a transparence substrate and a sign 3 / a translucent part and the sign 7 of a half-sun-lit layer and a sign 6] protection-from-light layers.

[0024] The halftone mold phase shift mask 1 forms the half-sun-lit layer 5 patternized by removing some film formed all over the transparence substrate 2, and forming a translucent part 6, and forms the protection-from-light layer 7 in a part for the [near the boundary section with the translucent part 6 on this half-sun-lit layer 5] principal part.

[0025] The half-sun-lit layer 5 is constituted by piling up the high permeability layer 4 which mainly influences a phase shift property on the low permeability layer 3 which mainly influences a light transmission property.

[0026] A translucent part 6 is a part which makes the light of the reinforcement which contributes to exposure substantially penetrate. Moreover, while the half-sun-lit layer 5 is a part which makes the light of the reinforcement which does not contribute to exposure substantially penetrate By making the phase of the light which was made to shift the phase of the light which passes this half-sun-lit layer 5, and passed this half-sun-lit layer 5 differ from the phase of the light which passed the translucent part 6 It enables it to hold the contrast of the boundary section good using the phase bactericidal action of the light which passed near the boundary of a translucent part 6 and the half-sun-lit layer 5.

[0027] Moreover, Field I is an imprint field and is a non-transcribed region except it. Furthermore, field I' is the optical passage field of the aperture of the stepper at the time of using this halftone mold phase shift mask 1 as a stepper's reticle. This example forms the protection-from-light layer 7 also in non-transcribed regions other than the imprint field I.

[0028] When this halftone mold phase shift mask 1 is used as a stepper's reticle, by this Optical passage field I' of a stepper's aperture, Even if a gap of some is between the imprint fields I of the reticle slack halftone mold phase shift mask 1, and exposure light disturbs to the non-transcribed region of the halftone mold phase shift mask 1 and is irradiated it is this **** -- the exposure light irradiated by carrying out is intercepted by the above-mentioned protection-from-light layer 7, and cannot be penetrated. It can prevent that the defect of exposure based on this gap produces that an unnecessary exposure light reaches the non-transcribed region on a transferred object by this also when it can prevent completely and a gap of some is between the optical passage field of the above-mentioned aperture, and the imprint field of a halftone mold phase shift mask.

[0029] The transparence substrate 2 is a quartz-glass substrate (dimension; 0.25 inches in 6 inches [6 inches by] x thickness) which carried out mirror polishing of the main front face.

[0030] The low permeability layer 3 which constitutes the half-sun-lit layer 5 is Cr film of 21nm of thickness, and the permeability to exposure light with a wavelength of 365nm is 15%. Moreover, the high permeability layer 4 is the SOG (spreading glass; spin-on glass) film of 380nm of thickness, and shifts 180 degrees of phases of exposure light with a wavelength of 365nm.

[0031] Moreover, the protection-from-light layer 7 is film of 80nm of thickness which consists of Cr.

[0032] Next, the production process of the halftone mold phase shift mask 1 of an above-mentioned

configuration is explained, making drawing 3 thru/or drawing 11 reference.

[0033] First, low permeability film 3a which consists of Cr by the sputtering method is formed on the transparence substrate 2. Next, it is SiO₂ on low permeability film 3a. The coating liquid for system covering film formation (AKYU glass #311 spin-on glass by Allied Signal, Inc. (trade name)) is dropped. It extends on the whole surface with a spin coat method, and after that, it calcinates, the organic compound of a binder is volatilized, high permeability film 4a which consists of SOG (spin-on glass) film is formed, and half-translucent membrane 5a which consists of low permeability film 3a and high permeability film 4a is formed. Next, on high permeability film 4a, Cr is formed to 80nm of thickness by the sputtering method, and light-shielding film 7a is formed. Subsequently, a positive type electron beam resist (ZEP-810S: Nippon Zeon Co., Ltd. make) 500nm of thickness, and resist film 8a is formed (refer to drawing 3). [on light-shielding film 7a] [apply and]

[0034] Next, electron beam lithography of a desired pattern is given to resist film 8a in the imprint field on the transparence substrate 2 (refer to drawing 4).

[0035] Next, by developing with a developer resist film 8a which carried out [above-mentioned] exposure, this resist pattern 8 is used as a mask, light-shielding film 7a is etched with a predetermined etching reagent, light-shielding film pattern 7b is formed [a resist pattern 8 is formed,] (refer to drawing 5), and dry etching of the high transmission film 4a is carried out succeedingly (refer to drawing 6). In addition, dry etching of this high transmission film 4a is performed on condition that the following using the parallel monotonous mold dry etching system of a reactant dry etching method (RIE).

[0036]

Etching gas -- CF₄ O₂ Mixed-gas gas pressure -- 0.1Torr RF output -- to 200W order After exfoliating a resist pattern 8 (refer to drawing 7), a positive type electron beam resist (ZEP-810S: Nippon Zeon Co., Ltd. make) is applied to the front face of the transparence substrate 2 at 500nm of thickness, BEKU processing is performed, and electron-beam-resist film 9a is formed (refer to drawing 8). Subsequently Electron beam lithography for forming the protection-from-light layer 7 in this electron-beam-resist film 9a is given (refer to drawing 9).

[0037] Next, electron-beam-resist film 9a is developed, and the resist pattern 9 of a field which is not contributed to the phase shift effectiveness is formed (refer to drawing 10).

[0038] The halftone mold phase shift mask 1 is obtained by using the resist pattern 9 as a mask, etching the exposed parts of light-shielding film pattern 7b and low transmission film 3a using a predetermined etching reagent, removing the exposed part of these film (referring to drawing 11), and removing the resist pattern 9 which subsequently remains after an appropriate time, (refer to drawing 1).

[0039] Drawing 12 is drawing having compared and shown the imprint property of the halftone mold phase shift mask 1 of an example 1, and the imprint property of the conventional halftone mold phase shift mask. In addition, in the graph of drawing 12, an axis of ordinate is the optical reinforcement on a transferred substrate, and an axis of abscissa shows the pattern dimension on an imprint substrate (unit;μm). Moreover, the curve of the continuous line of drawing is an example and the curve of an alternate long and short dash line is an example of a comparison. These curves are the dimensions W1 of the pattern (translucent part) of a halftone mold phase shift mask here, in addition 1 / 5 contraction projection mold stepper shows the simulation of the optical reinforcement when carrying out a pattern imprint to a transferred substrate front face using each halftone mold phase shift mask. Dimension W2 of the part which achieves 2.5 micrometers and a phase shift function It is 2.0 micrometers. Moreover, 0.5 micrometers and W2 ' of dimension W1 ' on a transferred substrate are 0.4 micrometers.

[0040] When the halftone mold phase shift mask of this example is used so that this drawing 12 may show, optical reinforcement serves as zero [near the boundary of a translucent part 6 and the half-sun-lit layer 5], and contrast is high, and optical reinforcement became zero in the field which does not contribute to the phase bactericidal action of exposure light, and the leak of exposure light is prevented completely. Therefore, the small resist pattern of the film decrease to a transferred substrate can be obtained. And in this example, the optical reinforcement on the non-imprinting substrate of the exposure light which passed the translucent part 6 (W1) is large rather than the

example of a comparison so that clearly from drawing 12 . Furthermore, since the optical reinforcement on the non-imprinting substrate of the exposure light which passed through the field (W2) which is in the field of a half translucent part, and is near the boundary of a translucent part and a half translucent part, and does not contribute to the phase bactericidal action of exposure light is small, the way of an example Also in this point, this example is more advantageous in the viewpoint of the improvement in contrast.

[0041] Moreover, in this example, since the boundary section of the imprint field on a phase shift mask and a transferred field is also covered in the protection-from-light layer, it can prevent that an unnecessary image is formed in a transferred substrate.

[0042] Moreover, since the low permeability layer 3 in this example is formed by the 21nm very thin film, it is easy to generate a pinhole, but since thickness has covered most half-sun-lit layers 5 to the upper part by the protection-from-light layer 7 which is 80nm, even if a pinhole occurs in the low permeability layer 3, it can prevent building an unnecessary image in the case of a pattern imprint.

[0043] Moreover, in this example, since the same ingredient (Cr) was used as the low permeability layer 3 and a protection-from-light layer 7, 2nd etching of the protection-from-light layer 7 and etching of the low permeability layer 3 can be performed to coincidence, and a process can be simplified.

[0044] In addition, in this example, as a low permeability layer 3, chromium compounds, such as chrome oxide, nitriding chromium, or chromium carbide, may be contained in the chromium other than chromium, and nitrogen and/or oxygen may be included in the ingredient which contains silicon in molybdenum, a tantalum, or a tungsten, or these.

[0045] Moreover, as a protection-from-light layer 7, you may be film, such as an ingredient which contains silicon in the molybdenum other than chromium, titanium, aluminum, and a tungsten. Moreover, the low permeability layer 3 and the protection-from-light layer 7 do not necessarily need to be the same ingredients.

[0046] Moreover, many 5 - 15% of things are used practical that the light transmittance of the half-sun-lit layer 5 should just usually be 1 - 50% of range.

[0047] (Example 2) The end view, drawing 14 , or drawing 20 of a cutting plane of the halftone mold phase shift mask which drawing 13 requires for the example 2 of this invention is the production process explanatory view of the halftone mold phase shift mask concerning an example 2. Hereafter, an example 2 is explained, making these drawings reference. In addition, since the configuration of the outer point that this example constituted the half-sun-lit layer 5 in the above-mentioned example 1 from much more film is almost the same, in the following explanation, identitas makes it with a sign the part which achieves the function which is common in the example 1, and a part of that explanation is omitted.

[0048] In this example, it is the oxidation nitriding MoSi film of 180nm of thickness, and the permeability to exposure light with a wavelength of 365nm is 8%, and the half-sun-lit layer 5 shifts 180 degrees of phases of exposure light.

[0049] Moreover, the protection-from-light layer 7 is film of 80nm of thickness which consists of Cr, and is formed in the field which does not contribute to the phase shift effectiveness.

[0050] The halftone mold phase shift mask 1 of this configuration is the following, and can be made and manufactured.

[0051] First, the target of molybdenum silicide is used on the transparence substrate 1, and it is $\text{Ar} + \text{O}_2 + \text{N}_2$. Half-translucent membrane 5a of the monolayer which controls to coincidence the permeability and phase contrast which consist of oxidation nitriding MoSi by the reactive-sputtering method using gas is formed. Next, on half-translucent membrane 5a, Cr is formed to 80nm of thickness by the sputtering method, and light-shielding film 7a is formed. Next, on this light-shielding film 7a, a positive type electron beam resist (ZEP-810S: Nippon Zeon Co., Ltd. make) is applied 500nm of thickness, it, and electron-beam-resist film 8a is formed (refer to drawing 14).

[0052] Next, electron beam lithography of a desired pattern is given to electron-beam-resist film 8a on the transparence substrate 1 (refer to drawing 15).

[0053] Next, after developing electron-beam-resist film 8a which carried out [above-mentioned] exposure, and a resist pattern 8 is formed, subsequently to a mask, this resist pattern 8 is carried out, light-shielding film 7a is etched with a predetermined etching reagent, and light-shielding film

pattern 7b is formed (refer to drawing 16).

[0054] Next, after etching half-translucent membrane 5a, a resist pattern 8 is removed (refer to drawing 17). In addition, etching of this half-translucent membrane 5a is performed on condition that the following using the parallel monotonous mold dry etching system of a reactive-ion-etching method.

[0055]

Etching gas -- CF₄ O₂ Mixed-gas gas pressure -- 0.1Torr high frequency output -- A positive type photoresist (AZ-1350: product made from SHIBUREI) is applied 600nm of thickness all over 200W, next a substrate, BEKU processing is performed, and photoresist film 9a is formed (refer to drawing 18).

[0056] Next, exposure which performed complete exposure and used light-shielding film pattern 7b as the mask from the rear face of the transparence substrate 1 is given (refer to drawing 19). Under the present circumstances, an exposure is made [more] than the exposure in the case of obtaining the pattern of the same dimension as light-shielding film pattern 7b so that the line breadth of the part which carries out patterning may become thick. Subsequently, photoresist 9a is developed and light-shielding film pattern 7b is etched with a predetermined etching reagent by using the resist pattern as a mask. If above-mentioned light exposure is made [many] also at this time, it is important to make etching time longer than the usual patterning similarly. The halftone mold phase shift mask 1 of an example 2 can be obtained by exfoliating and making a resist after an appropriate time (refer to drawing 13).

[0057] Since according to this example contrast was high, and the small resist pattern of film decrease could be obtained like the example 1 and the boundary section of the imprint field on a phase shift mask and a non-transcribed region is also covered in the protection-from-light layer, it can prevent that an unnecessary image is formed in a transferred substrate.

[0058] Moreover, both sides are not etched in the etching case by using the half-sun-lit layer 5 as the oxidization nitriding MoSi, and using the protection-from-light layer 7 as chromium.

[0059] In addition, in this example, although chromium was used as the oxidation nitriding MoSi and a protection-from-light layer as a half-sun-lit layer, all ingredients that can be used as a half-translucent membrane, such as an ingredient with which the oxide of chromium, a nitride, fluoride, carbide or such mixture, and silicon oxide were made to mix extinction material, can be used that what is necessary is just the film ingredient which has not only this but permeability and phase contrast predetermined by one layer as a half-sun-lit layer. However, when using an approach like this example, it is necessary to select the ingredient which has resistance by the etching environment where a half-sun-lit layer and a protection-from-light layer are mutual.

[0060] Moreover, although the exposure of tooth-back exposure was made [many] in the tooth-back exposure process in the above-mentioned example in order to form a light-shielding film in a position The front face of the transparence substrate 1 is countered and you may make it exposed using reflex action also near the boundary with the translucent part on the half-sun-lit layer 5 by arranging the substrate 11 for reflection with which the high reflective film 13, such as chromium film, was formed on the substrate 12, as shown in drawing 20 .

[0061] The typical modification of this invention is given to below.

[0062] The phase shift mask 1 shown in drawing 21 performs direct etching to the transparence substrate 2, uses some transparence substrates as the high permeability layer 4, carries out the laminating of the low permeability layer 3 on this high permeability layer 4, and forms the protection-from-light layer 7 in the part which does not contribute to the phase shift function on the low permeability layer 3.

[0063] The phase shift mask 1 shown in drawing 22 forms the protection-from-light layer 7 in the position on the transparence substrate 2, and forms the half-sun-lit layer 5 of a monolayer in the position on it. In addition, it is good in this half-sun-lit layer 5 as for a thing of the two-layer structure of a high permeability layer and a low permeability layer.

[0064] In this invention, it is desirable to set up so that W2 ' on a transferred substrate may become as small as possible in 0.2 micrometers or more about the location in which a protection-from-light layer is prepared. That is, when using 1 / 5 contraction projection mold stepper, it is W2 on a mask. As small the one as possible is desirable in 1 micrometers or more. W2 It is W2 although the leak of

the light in a half translucent part can be pressed down by making it as small as possible to the minimum. It is because it may have a bad influence on a phase bactericidal action [/ near the boundary of a half translucent part and a translucent part] if set to 1 micrometer or less. However, since the dimension (W1) precision of a pattern is determined by the dimensional accuracy of a half translucent part, the dimension (W1) precision of a protection-from-light layer is not required so much.

[0065]

[Effect of the Invention] As explained in full detail above, the halftone mold phase shift mask concerning this invention is in a mask pattern imprint field at least, and can suppress the leak of the exposure light in the part by having prepared the protection-from-light layer in the half translucent part which does not contribute to the phase bactericidal action of light [/ near the boundary of a translucent part and a half translucent part] substantially. Therefore, film decrease of a resist can be made small. In this case, since the pattern precision of a mask pattern is decided by pattern precision of a half translucent part and that thickness precision is not required so much of the pattern precision of a protection-from-light layer, and a list, that design and formation are comparatively easy. So, the leak of the exposure light which is the fault can be prevented nearly completely, employing the advantage of halftone mold phase shift mask original efficiently.

[0066] Moreover, by having prepared the protection-from-light section which uses as a half translucent part the non-transcribed region which adjoins the boundary of a mask pattern imprint field and a non-transcribed region, and has the width of face more than predetermined in the half translucent part of this non-transcribed region When this halftone mold phase shift mask is used as a stepper's reticle, the optical passage field of a stepper's aperture, Even if a gap of some is between the imprint fields of a reticle slack halftone mold phase shift mask, and exposure light disturbs to the half translucent part in the non-transcribed region of a phase shift mask and is irradiated it is this ***** -- the exposure light irradiated by carrying out is intercepted by the above-mentioned protection-from-light section, and cannot be penetrated. It can prevent that the defect of exposure based on this gap produces that an unnecessary exposure light reaches the non-transcribed region on a transferred object by this also when it can prevent completely and a gap of some is between the optical passage field of the above-mentioned aperture, and the imprint field of a halftone mold phase shift mask.

[0067] Furthermore, according to the halftone mold phase shift mask blank of this invention, the halftone mold phase shift mask blank which can manufacture easily the halftone mold phase shift mask concerning this invention is obtained.

[Translation done.]

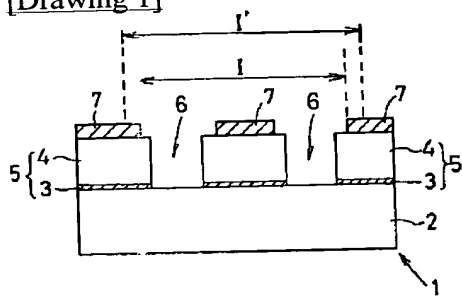
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

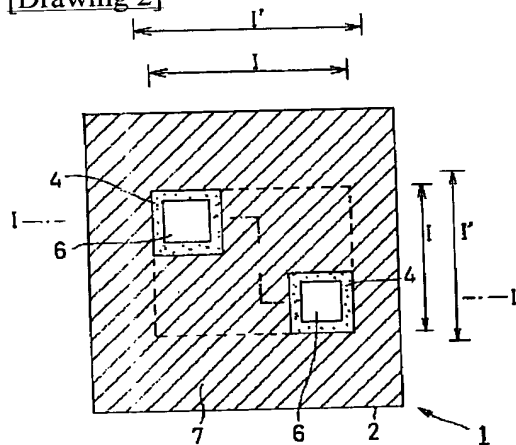
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

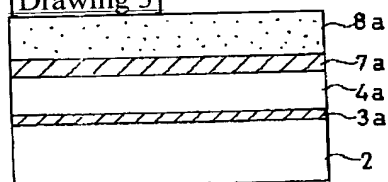
[Drawing 1]



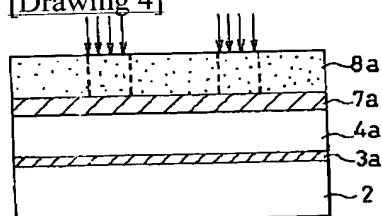
[Drawing 2]



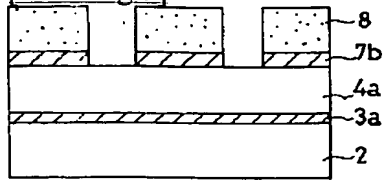
[Drawing 3]



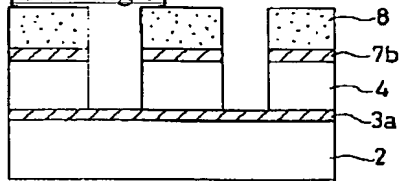
[Drawing 4]



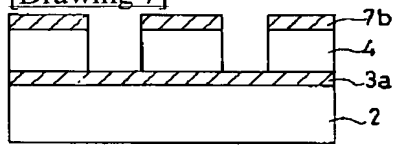
[Drawing 5]



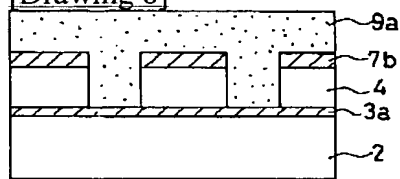
[Drawing 6]



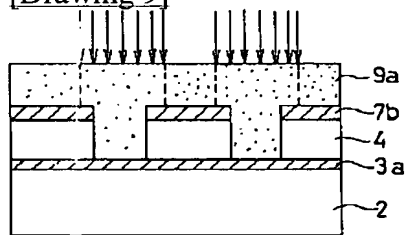
[Drawing 7]



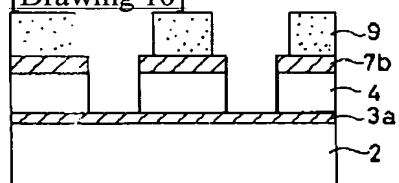
[Drawing 8]



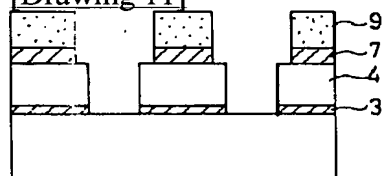
[Drawing 9]



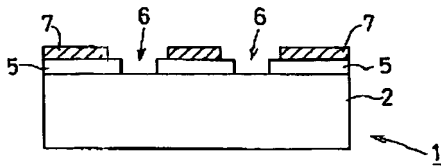
[Drawing 10]



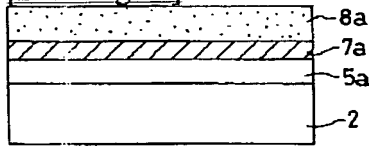
[Drawing 11]



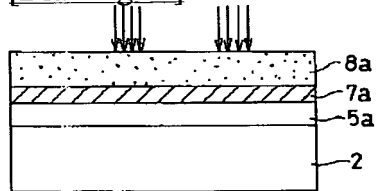
[Drawing 13]



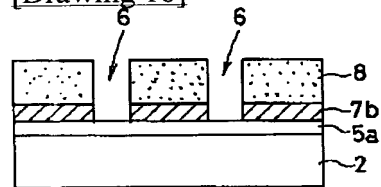
[Drawing 14]



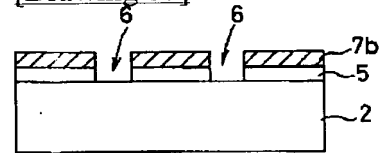
[Drawing 15]



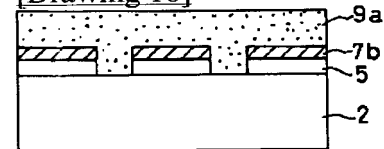
[Drawing 16]



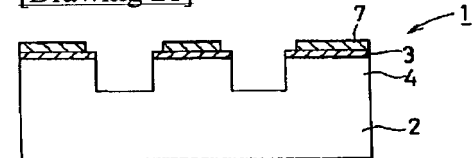
[Drawing 17]



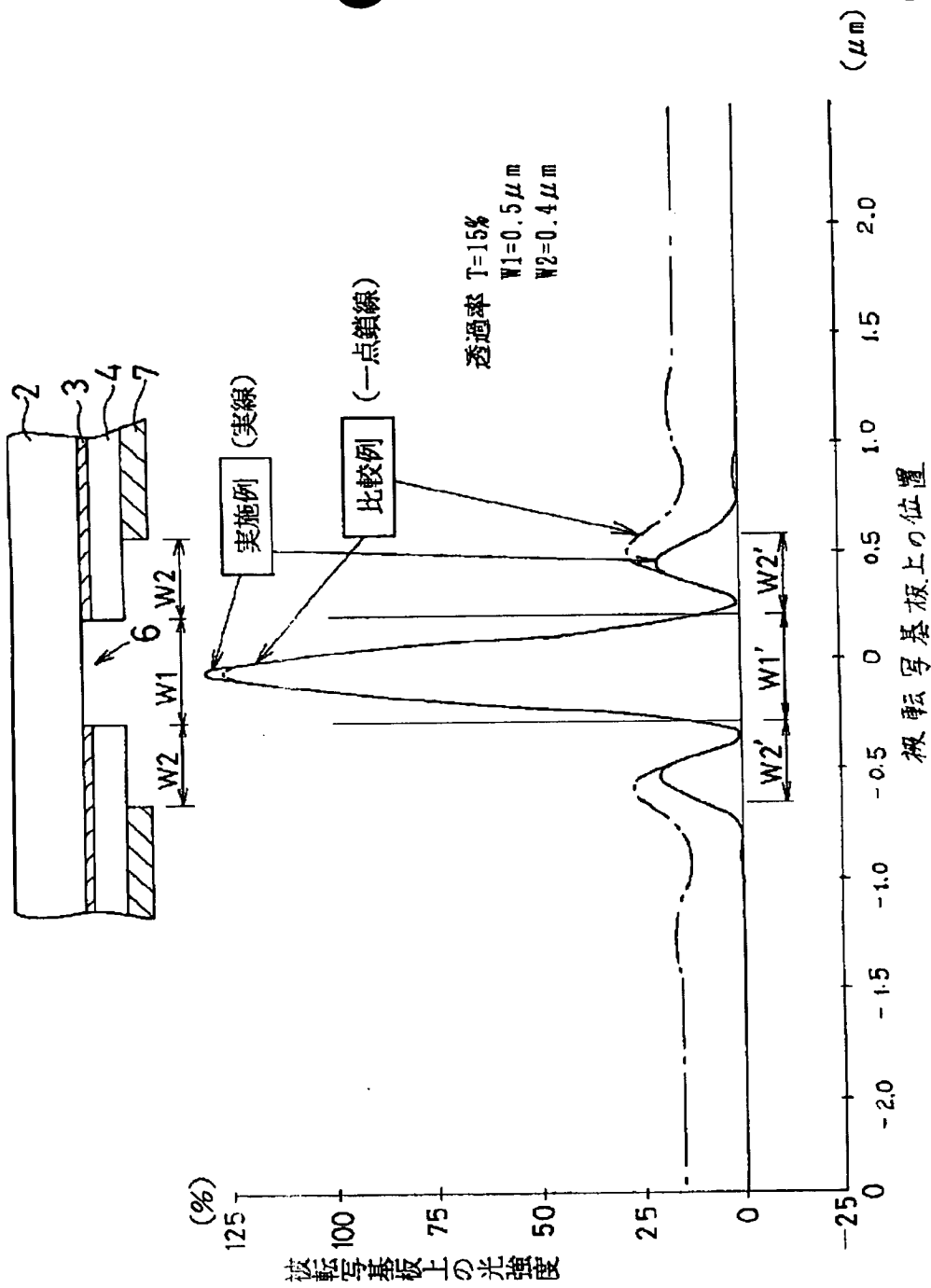
[Drawing 18]



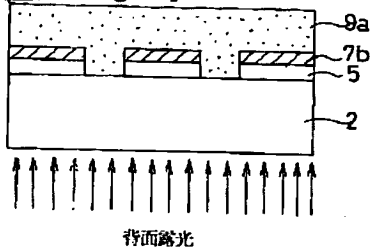
[Drawing 21]



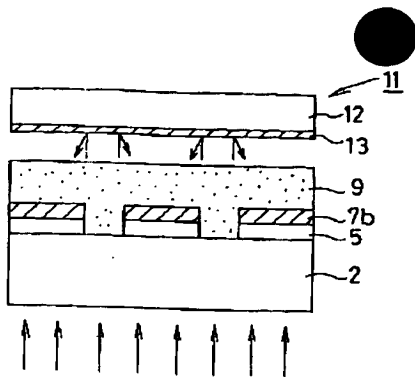
[Drawing 12]



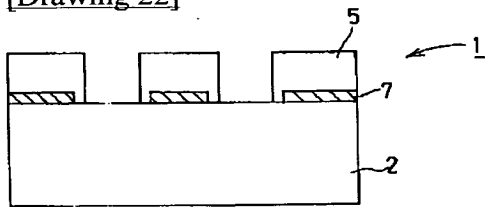
[Drawing 19]



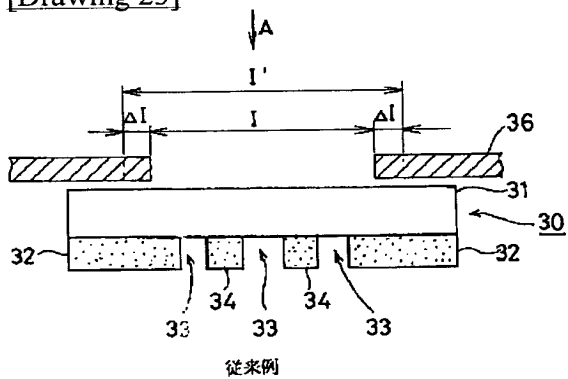
[Drawing 20]



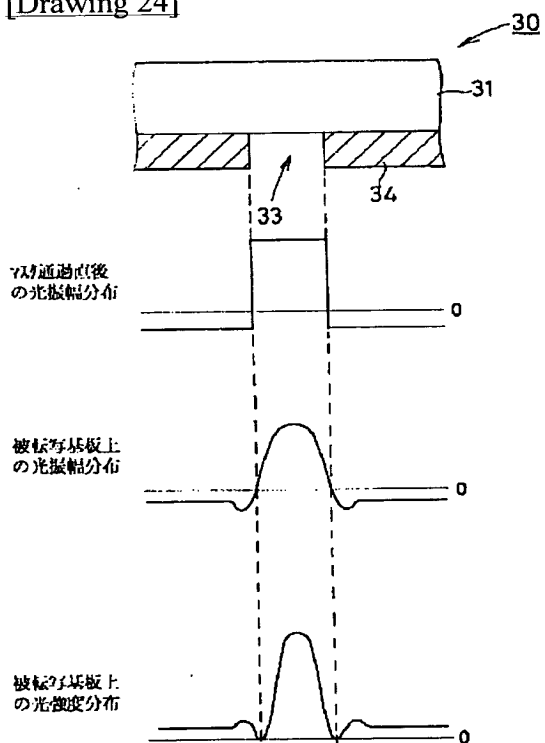
[Drawing 22]



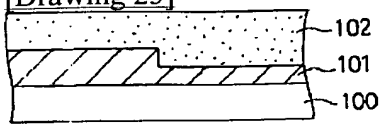
[Drawing 23]



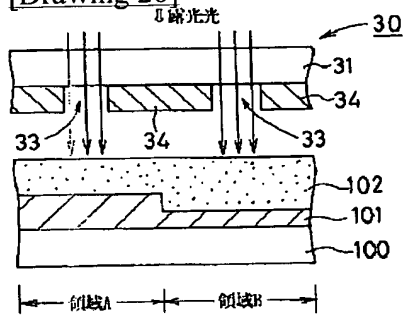
[Drawing 24]



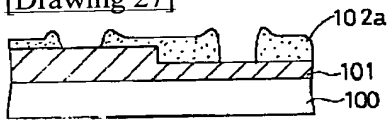
[Drawing 25]



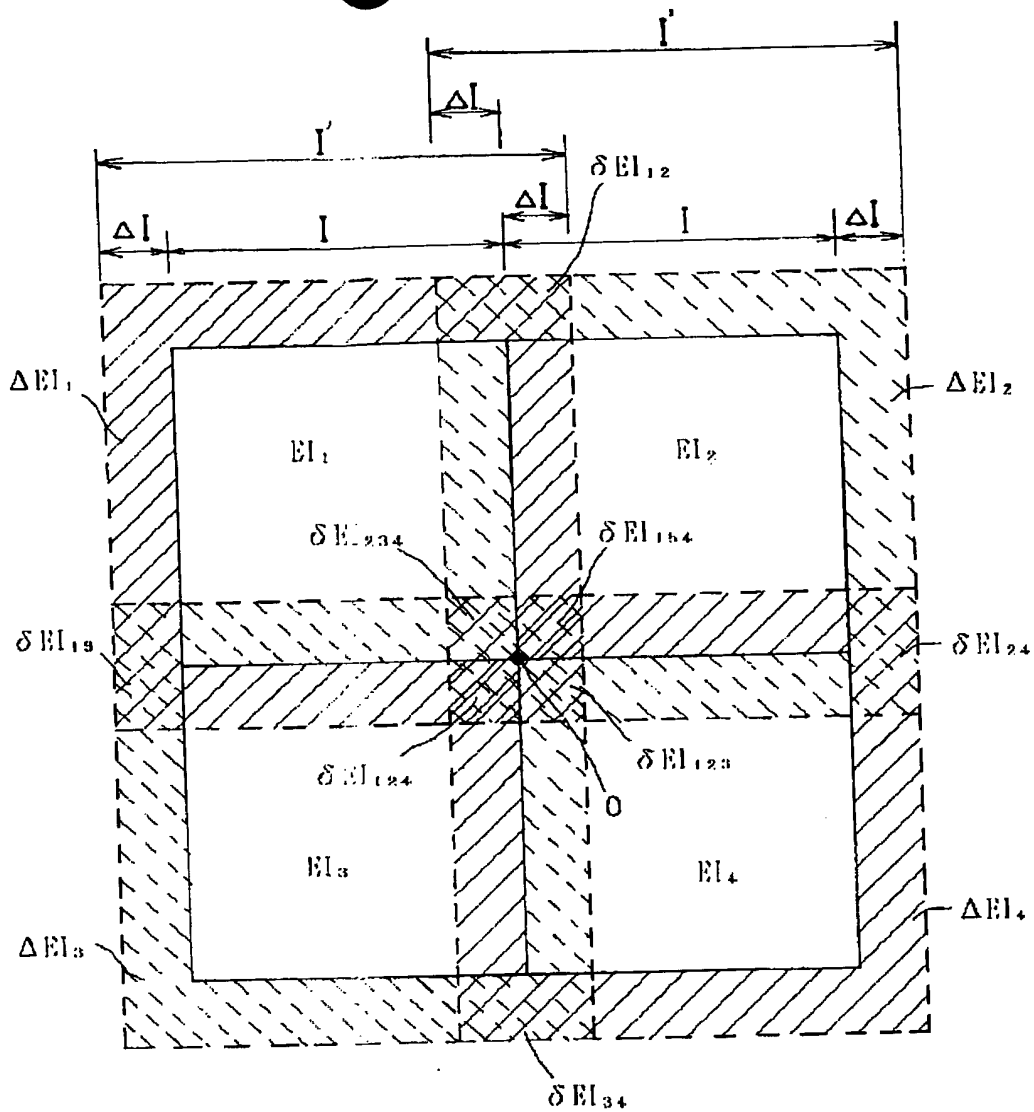
[Drawing 26]



[Drawing 27]



[Drawing 28]



[Translation done.]